MgO 基板と SiO₂ 基板上に成膜した FeCoVN の bct 構造

関勇希(院生), 及川光彬(院生), 武政友佑(院生), 白井千尋(院生), 長谷川崇 (秋田大理工)

bct structure of FeCoVN films deposited on MgO substrate and SiO₂ substrate Y. Seki, M. Oikawa, Y. Takemasa, C. Shirai, T. Hasegawa (Akita Univ.)

<u>はじめに</u>

永久磁石や磁気記録媒体の機能向上のためには、飽和磁化(M_s)と結晶磁気異方性(K_u)の高い材料の開発が必要 である。本研究室では、MgO 基板上に Rh 下地をスパッタ成膜し、その上に V と N を同時に添加しながら FeCo 薄膜をエピタキシャル成長させることで、軸比 $c/a \approx 1.2$ の bct 構造が実験的に得られること、また 10⁷ erg/cm³ オーダーの高い K_u が得られることを報告している[1]。しかしながらここでの bct 構造と高い K_u 値 は、Rh 下地上にエピタキシャル成膜した場合に限られており、将来的な工業化を目指すには、これらの bct 構造と高い K_u 値をなるべく簡素化した条件下で得ることが必要となる。そこで本研究では、MgO 基板や SiO₂ 基板上への直接成膜や成膜温度、真空度等を変化させた各種条件を検討した。

<u>実験方法</u>

試料は、到達真空度 ~10⁻⁵ Pa または ~10⁻⁷ Pa の条件下でマグネトロンスパッタリング法を用いて成膜した。 膜構成は次の通りである: MgO (100) or SiO₂ substrate/ (Fe_{0.5}Co_{0.5})_{90-0.9x}V_{10-0.1x}N_x (0 ≤ x ≤ 30 at.%, t = 20 or 100 nm)/

SiO₂ or Ta (t = 5 nm)。組成分析には EPMA を用い、V 組成は 10 at.%に固定した。N 添加量は、スパッタガスである Ar と N₂の 混合比で制御し、組成は XPS で分析した。結晶構造解析には XRD (CuKa)を用い、in-plane XRD と out-of-plane XRD から格 子定数 a 及び c の算出を行った。 K_u の算出には VSM を用いた。

<u>実験結果</u>

Figure 1 (a)は、N 組成(x)を変化させて MgO 基板上に直接成 膜した FeCoVN 薄膜(t = 20 nm 固定)の in-plane XRD 結果であ る。赤い矢印で示した FeCo ピークは、x = 0 at.%では bcc 位置 にあり、x = 9.8 at.%では fcc に近い位置にあり、その中間である x = 2.2 at.%では bcc ピーク位置と fcc ピーク位置の中間に観測 される。すなわち a 軸はxの増大に伴い縮んでいることがわか る。Figure 1 (b)は、(a)と同じ薄膜の out-of-plane XRD 結果であ る。赤矢印で示した FeCo ピークは、(a)と同様に、xの増加に伴 い bcc 位置から fcc 位置まで変化している。すなわち、c 軸はxの増大に伴い伸びていることがわかる。次にこれらの格子定数 から軸比 c/aを算出すると、x = 2.2 at.%では c/a = 1.07が得ら れ、 K_u は 5.78×10⁶ erg/cm³ ($M_s = 1423.1$ emu/cm²)が得られた。 ここには載せていないが、2.2 < x < 5.2 at.%では bct 構造、x < 5.2at.%では fcc 構造を示すことがわかった。以上より、

FeCoVN では、下地を用いずに MgO 基板上に直接成膜 した場合でも、結晶構造は x の増大に従って bcc から bct を経て fcc へと変化することがわかった。

[1] T. Hasegawa *et al.*, Scientific Reports, 9, Article number: 5248 (2019).

謝辞:この研究は NEDO の支援を受けた。



Figure 1. (a) In-plane XRD and (b) out-of-plane XRD patterns of the FeCoVN films. The black vertical line shows the B.G. peak position. The red vertical lines show the peak positions calculated for the bcc structure and the fcc structure. The red arrows indicate the experimental peak positions.